



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
Всероссийской научной конференции
«Мониторинг состояния и загрязнения
окружающей среды.
Основные результаты и пути развития».

Москва, 20-22 марта 2017 г.

Москва

2017

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИМИ КСЕНОБИОТИКАМИ КОМПОНЕНТОВ
ЭКОСИСТЕМЫ ШЕЛЬФА КРЫМА (ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ 2014 И 2016 ГГ. НА НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ»)
*Л.В. Малахова*¹⁾, *Т.В. Малахова*¹⁾, *Д.Б. Евтушенко*¹⁾, *А.А. Коротков*¹⁾, *В.Ю. Проскурнин*¹⁾,
*И.Г. Сидоров*¹⁾

¹⁾ ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН
РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, malakh2003@list.ru

Черное море, как внутренний водоем, испытывает серьезное антропогенное воздействие от речного стока, промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков, отходов водного транспорта, а также от атмосферных осадков и захоронений в районах дампинга, с которыми в акваторию поступают различные загрязнители. К группе наиболее опасных контаминантов морской среды, имеющих исключительно антропогенное происхождение, относятся хлорорганические соединения (ХОС), в число которых входят такие устаревшие хлорорганические пестициды (ХОП), как γ -ГХЦГ, п,п'-ДДТ и его метаболиты п,п'-ДДЭ и п,п'-ДДД и полихлорированные бифенилы (ПХБ), насчитывающие 209 конгенов, разных по токсичности и рассеянности в окружающей среде. В прибрежные воды Крыма ХОС попадают из многочисленных источников. В связи с низкой растворимостью в воде и способностью к адгезии они сорбируются на взвешенных частицах, с которыми оседают в донные отложения, накапливаются в них и длительное время не подвергаются изменениям, в силу своей высокой устойчивости к деградации в условиях окружающей среды. В число вторичных источников загрязнения водных масс входит повторная эмиссия ранее отложившихся ХОС из донных отложений.

Ранние работы по изучению загрязнения ХОС компонентов морской среды прибрежных районов Крыма показали, что ХОС в конце 20-го – начале 21 веков были распространены повсеместно в воде, в крупных формах гидробионтов и в донных отложениях (Малахова, 2012). Региональные отличия в пространственном распределении как ПХБ, так и ДДТ определялись в первую очередь наличием источников их поступления в морскую среду. Так, в марте-апреле 1999 г. в поверхностном слое воды прикрымского района концентрация ПХБ изменялась от 3 до 37 нг л⁻¹, среднее значение составило 15 нг л⁻¹, в придонном слое – от 3 до 39 и 18 нг л⁻¹ соответственно. Максимальное количество ПХБ в поверхностном и придонном горизонтах было обнаружено в районе оголовка водовыброса г. Ялты. А в 2010 г. средняя концентрация ПХБ в тех же районах снизилась и составила в среднем 1.34 нг л⁻¹, Σ ДДТ – 2.06 нг л⁻¹ (Klimova et al., 2014). Такое снижение содержания ХОС может быть связано как с уменьшением поступления загрязнителей в водную среду, так и с её очищением от ранее поступивших ХОС. Кроме этого, градиент концентрации в основном направлен в сторону прибрежных районов. В открытых участках моря эффект разбавления поступающего загрязнения приводит к тому, что содержание ХОС в воде оказывается ниже аналитических возможностей используемых приборов.

Для оценки экологического состояния прикрымского района Черного моря в отношении ХОС в современный период были проведены исследования воды, гидробионтов и донных отложений в 77, 83, 86 и 90 рейсах НИС «Профессор Водяницкий» в различные сезоны 2014 и 2016 гг. ХОС в компонентах морской среды определяли газохроматографическим методом на хроматографах с ДЭЗ и капиллярными колонками. В пробах определяли шесть индикаторных конгенов ПХБ: 28, 52, 101, 138, 153, 180 (наименования конгенов даны по номенклатуре IUPAC).

Результаты показали, что во всех компонентах прикрымских морских экосистем и в настоящее время обнаруживаются ХОС. В сентябре 2014 г. в 77 рейсе было определено содержание ХОС в воде поверхностного и придонного горизонтов в восточной части

Чёрного моря. Содержание конгенов ПХБ и соединений группы ДДТ в поверхностном слое воды изменялось в интервалах 0.05-0.89 и 0.07-0.58 нг л⁻¹ соответственно. В придонном горизонте в сероводородной толще воды на глубине 1500 м обнаружены ХОС в концентрациях, превышающих их содержание в поверхностных водах: концентрация конгенов ПХБ, составляла в среднем 5.70 нг л⁻¹ и концентрация ДДТ и ДДЭ - 2.21 нг л⁻¹.

Концентрация индивидуальных ХОС в поверхностном слое воды прибрежных районов черноморской акватории Крыма, в зимний период 21.01.-02.02.2016 г. (83 рейс), составляла десятые и сотые доли нанограмма на литр, а в открытых районах моря содержание многих ХОС было ниже чувствительности метода. В сумме концентрация шести конгенов ПХБ была выше ($C_{\Sigma\text{ПХБ}}^{\text{среднее}} = 2.66 \text{ нг л}^{-1}$) по сравнению с $C_{\Sigma\text{ДДТ}}$, которая составила в среднем 0.30 нг л⁻¹. Максимальные концентрации ПХБ 138, 153 и 180 определены в прикерченском районе, минимальные - в поверхностном слое воды на глубоководной станции с глубиной 1040 м. В 83 рейсе на всех станциях был обнаружен ДДЭ, концентрация которого изменялась от 0.07 до 0.55 нг л⁻¹. Другой метаболит ДДТ – ДДД был обнаружен на трех станциях, где его концентрация изменялась от 0.03 до 0.15 нг л⁻¹, а исходный пестицид ДДТ – только на двух станциях, в воде которых его содержание составляло 0.31 и 0.10 нг л⁻¹. Отношение ДДТ/ДДЭ показывает относительное время пребывания исходного пестицида в системе. В наших исследованиях отсутствие ДДТ на семи станциях показывает на давнее поступление ДДТ в водные массы, поскольку было показано, что в окислительных условиях ДДТ может деградировать в течение одного месяца (Eberhardt et al., 1971).

В зимний сезон 2016 г. пространственное распределение ХОС указывало на их поступление в открытые районы акватории Крыма, как с береговыми стоками и атмосферными выпадениями, так и с основным черноморским течением.

В поверхностном слое донных отложений в тех же районах на глубинах от 11 до 1040 м концентрация ИХОС изменялась в диапазоне 0.45 – 2.76 нг г⁻¹ сухой массы. Градиент повышения концентрации ИХОС в донных отложениях был направлен к берегу.

Впервые по данным 83 и 86 рейсов определено, что в открытых районах моря, где в воде многие ХОС не обнаруживаются, индикаторными видами по загрязненности ХОС могут быть мезопланктонные организмы. $C_{\text{ПХБ}}$ в мезопланктоне изменялась в диапазоне от 3.3 до 32.0 нг г⁻¹ сухой массы, также в пробах обнаружены такие ХОП, как γ -ГХЦГ и ДДД, которые в воде не определялись. Содержание в мезопланктоне ХОП было ниже примерно на порядок значений, чем ПХБ, что свидетельствовало о преобладании в исследованных районах промышленного загрязнения. $C_{\text{ДДЭ}}$ превышала в среднем в три раза $C_{\text{ДДД}}$. Коэффициенты накопления ХОС в мезопланктоне изменялись в пределах $7 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$.

По данным 90-го рейса в июне 2016 г. ПХБ в воде южных районов Азовского моря не обнаружены, но найдены γ -ГХЦГ и пестициды группы ДДТ. В прибрежных черноморских районах Крыма в районе Алушты и Судака концентрация ХОП была меньше предела аналитической чувствительности прибора, а содержание ПХБ изменялось от 0.06 до 0.61 нг л⁻¹. По-видимому, в Черном и Азовском морях существуют различные источники поступления поллютантов в прибрежные районы Крыма.

Список литературы:

Малахова Л.В. Современный уровень загрязненности хлорорганическими соединениями донных отложений украинского шельфа Черного моря - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр.- Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012, вып. 26, с. 64-73.

Eberhardt L., Meeks R.L., Peterle T.J. Food chain model for DDT kinetics in a fresh water marsh - Nature (Lond.), 1971, 230, p. 60-62.

Klimova T. N., Vdodovich I. V., Zagorodnaya Yu. A., Ignat'ev S. M., Malakhova L.V., Dotsenko V. S. Ichthyoplankton in the Plankton Community of the Crimean Peninsula Shelf Zone (Black Sea) in July 2010 // Journal of Ichthyology.- 2014.- 54, № 6.- P. 409–421.